

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60783**

Première édition
First edition
1984-12

**Filerie et connecteurs des véhicules
électriques routiers**

**Wiring and connectors for electric road
vehicles**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60783: 1984

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC
60783**

Première édition
First edition
1984-12

**Filerie et connecteurs des véhicules
électriques routiers**

**Wiring and connectors for electric road
vehicles**

© IEC 1984 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Conditions d'environnement	6
4. Règles de sécurité	8
5. Choix des types de fils et câbles	10
6. Choix des connecteurs	14
7. Essais	14
ANNEXE A — Tension de sécurité	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Environmental conditions	7
4. Safety rules	9
5. Selection of the type of wires and cables	11
6. Selection of connectors	15
7. Tests	15
APPENDIX A — Safety voltage	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FILERIE ET CONNECTEURS DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ROUTIERS

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

Le présent rapport a été préparé par le Comité d'Etudes n° 69 de la CEI: Véhicules électriques destinés à circuler sur la voie publique et chariots de manutention électriques.

En ayant voulu réduire le délai de préparation de ce rapport, il est possible que l'on ait fait référence à des domaines d'activité qui appartiendraient de manière plus appropriée à d'autres comités, par exemple l'ISO/TC 22/SC 21. Lorsque c'est le cas, il faut avoir à l'esprit que le rapport sera harmonisé ultérieurement par un comité de rédaction.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Londres en octobre 1980. A la suite de cette réunion, un projet, document 69(Bureau Central)9, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Corée (République Démocratique Populaire de)	Suède
Egypte	Suisse
Hongrie	Tchécoslovaquie

Autres publications de la CEI citées dans le présent rapport:

- Publications n°s
- 364-2: Installations électriques des bâtiments, Deuxième partie: Principes fondamentaux.
 - 529: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
 - 664: Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels.
 - 664A: Premier complément.
 - 718: Chargeur des véhicules électriques routiers.

Autre publication citée:

Projet de Norme internationale ISO/DIS 6469: Véhicules routiers – Spécifications pour les véhicules routiers électriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**WIRING AND CONNECTORS
FOR ELECTRIC ROAD VEHICLES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This report has been prepared by IEC Technical Committee No. 69: Electric Road Vehicles and Electric Industrial Trucks.

In order to reduce the time required to prepare this report, it is possible that reference has been made to areas of activity which should be properly covered by other committees, for example, ISO/TC 22/SC 21. Where this has been the case, it is expected that this report will be harmonized later by an editorial committee.

A first draft was discussed at the meeting held in London in October 1980. As a result of this meeting, a draft, Document 69(Central Office)9, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia
Belgium
Canada
Czechoslovakia
Egypt
Germany
Hungary
Italy

Korea (Democratic People's Republic of)
Netherlands
Poland
Romania
South Africa (Republic of)
Sweden
Switzerland
United Kingdom

Other IEC publications quoted in this report:

- Publications Nos. 364-2: Electrical Installations of Buildings, Part 2: Fundamental Principles.
529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.
664: Insulation Co-ordination within Low-voltage Systems including Clearances and Creepage Distances for Equipment.
664A: First Supplement.
718: Chargers for Electric Road Vehicles.

Other publication quoted:

Draft International Standard ISO/DIS 6469: Road Vehicles – Specifications for Electric Road Vehicles.

FILERIE ET CONNECTEURS DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES ROUTIERS

INTRODUCTION

Compte tenu de la rapidité de l'évolution technique et de l'éventail des solutions convenant aux problèmes spécifiques qui concernent la filerie et les connecteurs, il a été estimé peu approprié de proposer des spécifications rigides. En conséquence, ce rapport ne constitue qu'un ensemble de directives.

1. Domaine d'application

Le présent rapport est applicable à la filerie et aux connecteurs employés pour les véhicules électriques routiers propulsés par batterie.

Ces directives ne sont pas applicables aux faisceaux à basse tension (par exemple de 12 V) qui alimentent les accessoires de signalisation et les appareils auxiliaires comme l'avertisseur, l'éclairage, les lampes de signalisation, les essuie-glaces, etc., ni aux connexions entre les éléments de la batterie de traction.

2. Objet

Ce rapport a pour objet d'établir les règles générales à observer pour la filerie et les connecteurs externes aux appareils utilisés pour raccorder entre eux les composants et sous-systèmes de traction. Ces règles sont applicables aux canalisations à courant fort comme à courant faible ainsi qu'aux faisceaux de signalisation.

3. Conditions d'environnement

En ce qui concerne les lignes de fuite, se référer au paragraphe 3.2 de l'ISO/DIS 6469, ainsi qu'à la Publication 664 de la CEI: Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels, et à la Publication 664A de la CEI: Premier complément à la Publication 664 (1980).

3.1 Humidité

La filerie et les connecteurs devront être conçus pour fonctionner même quand la température se situe en dessous du point de rosée, c'est-à-dire quand l'eau est susceptible de se condenser sur les surfaces exposées. L'attention est attirée sur la possibilité de présence conjointe de sel et d'humidité.

3.2 Tenue à l'eau

Câbles et connecteurs devront être protégés contre les dommages dus à la condensation et aux projections d'eau.

Se soucier particulièrement des projections salines et du lavage à haute pression.

WIRING AND CONNECTORS FOR ELECTRIC ROAD VEHICLES

INTRODUCTION

Due to the rate of technical development and the range of suitable solutions for particular problems relating to wiring and connectors, it is considered inappropriate to establish rigid specifications. This report is therefore presented as a guideline only.

1. Scope

This report is applicable to cabling and connectors used in battery electric road vehicles.

These recommendations are not applicable to the low tension wiring (e.g. 12 V) for the auxiliary and signalling accessories, such as horn, lighting, signalling lamps, wipers, etc., nor do they apply to connections between cells of the traction battery.

2. Object

The object of this report is to provide general rules for all external wiring and connectors which are used for interconnecting the traction components and sub-systems. The rules will be applicable to the heavy current, the light current and the signal harnesses.

3. Environmental conditions

Reference is made to Clause 3.2 of ISO/DIS 6469 and IEC Publication 664: Insulation Co-ordination within Low-voltage Systems Including Clearances and Creepage Distances for Equipment, and IEC Publication 664A: First supplement to Publication 664 (1980) as regards creepage distances.

3.1 Humidity

Cabling and connectors should be designed for operation when the temperature is below the dew-point, that is, when water condenses on the surface. Attention is drawn to the possible combination of salt and humidity.

3.2 Water resistance

Cables and connectors should be protected against any damaging effects of condensation and water splashes.

Particular reference is made to salt splash and high-pressure washing.

3.3 Vibrations et chocs mécaniques

Se référer au paragraphe 3.9.1.4 de l'ISO/DIS 6469.

Les vibrations et les chocs mécaniques ne devront pas entraîner d'endommagement des câbles et de leur isolation, ni de desserrage des connecteurs électriques. Les conditions d'essai devront être précisées par le constructeur du véhicule. Comme prescription minimale, le système de connexion devra continuer à assurer normalement ses fonctions en présence d'un état vibratoire équivalent à une accélération maximale de 2,5 g dans un plan quelconque, appliquée sous forme de vibration harmonique simple entraînant un déplacement total de 1 mm.

4. Règles de sécurité

4.1 Exécution générale de la filerie et des connecteurs

La filerie et les connecteurs étant des éléments passifs destinés au raccordement d'éléments électriques tels que la batterie, le moteur, le dispositif de commande, le chargeur, l'instrumentation, etc., le système complet de filerie devra être conçu après consultation des fabricants de ces éléments et du constructeur du véhicule proprement dit.

Une attention particulière devra être apportée à la sécurité des personnes et à la protection des biens lors des contraintes préjudiciables qui peuvent survenir au cours d'une utilisation raisonnable du véhicule. Pour les directives générales, se référer à la Publication 364-2 de la CEI: Installations électriques des bâtiments, Deuxième partie: Principes fondamentaux.

On mentionnera les points suivants:

- effets thermiques en conditions d'exploitation normales;
- effets thermiques en conditions anormales, comme lors du remorquage ou la conduite sur route enneigée;
- courants de défaut;
- chocs mécaniques dus aux courants de défaut;
- surtensions.

4.1.1 Coupe-circuit

Si certains conducteurs sont susceptibles d'être parcourus par des courants de défaut dont la protection n'est pas assurée par des dispositifs appropriés compris dans d'autres éléments, ces conducteurs devront être protégés par des fusibles ou des dispositifs semblables.

4.1.2 Protection contre les contacts dans les compartiments pour passagers et à bagages

Se référer au paragraphe 3.9.1.2 de l'ISO/DIS 6469.

Les capots réalisés en tôle perforée ne sont pas considérés comme assurant une protection adéquate. La protection des parties sous tension contre l'introduction d'objets métalliques de petites dimensions ainsi que contre les projections de liquides doit être assurée selon le degré de protection IP44M (voir les prescriptions de la Publication 529 de la CEI: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes).

3.3 *Vibrations and mechanical shocks*

Reference is made to Clause 3.9.1.4 of ISO/DIS 6469.

Vibrations and mechanical shocks should not lead to damage of the cable and its insulation nor to the loosening of the electrical connectors. Test conditions should be determined by the vehicle manufacturer. As a minimum requirement, the connection system should continue to function normally under vibration conditions equivalent to maximum acceleration of 2.5 g in any plane, applied in the form of simple harmonic vibration with total displacement of 1 mm.

4. *Safety rules*

4.1 *General design of the wiring and connectors*

As wiring and connectors are passive parts connecting together the other electrical components such as the battery, motor, controller, charger, instrumentation, etc., the complete wiring system should be designed after consultation between the manufacturers of these items and with the manufacturer of the vehicle itself.

Particular care should be taken to ensure the safety of persons and protection of property against adverse conditions which may arise during reasonable use of the vehicle. Reference is made to IEC Publication 364-2: Electrical Installations of Buildings, Part 2: Fundamental Principles, for general guidance.

Reference is made to the following points:

- thermal effects in normal conditions;
- thermal effects in abnormal conditions, such as towing, deep snow;
- fault currents;
- mechanical shock due to fault current;
- overvoltages.

4.1.1 *Fusing*

If there are any conductors which could carry fault current not safely limited by protective devices included in other components, they should be protected by fuses or similar devices.

4.1.2 *Protection against contacts in passenger and luggage compartments*

Reference is made to Clause 3.9.1.2 of ISO/DIS 6469.

Protection by perforated sheet covers is not considered adequate. Protection of the live parts from small, loose, metallic objects and protection against spillage of any liquid should be given according to degree of protection IP44M (see requirements of IEC Publication 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures).

4.1.3 Protection contre les contacts depuis l'extérieur du véhicule

Se référer au paragraphe 3.9.1.3 de l'ISO/DIS 6469.

Une attention particulière devra être apportée à la protection contre le contact direct avec les parties actives du connecteur de charge, quand la tension de batterie dépasse une certaine valeur (voir annexe A (à l'étude)). Cette protection peut être réalisée au moyen de verrouillages mécaniques ou électriques.

Note. — Les verrouillages électriques éventuellement utilisés devront être conçus de sorte qu'un défaut unique, de quelque nature que ce soit, n'entraîne pas la mise sous tension des connecteurs quand le chargeur est débranché.

4.1.4 Protection mécanique

Se référer au paragraphe 3.9.1.4 de l'ISO/DIS 6469 ainsi qu'au Rapport XXX de la CEI: Essais fonctionnels d'endurance mécanique pour les systèmes d'isolation électrique (à l'étude).

La disposition de la filerie et des faisceaux devra être conçue pour éviter les dommages de l'isolation, la rupture des conducteurs et les contraintes excessives sur les points de connexion en présence de chocs, vibrations et forces électromagnétiques qui se produisent en service normal.

Si des câbles placés extérieurement sous le châssis du véhicule risquent d'être endommagés, ces câbles devront être protégés des dommages qui peuvent être causés par les pierres, la neige profonde, etc.

4.1.5 Protection thermique

Note. — En l'absence de recommandations relatives à la protection thermique des véhicules propulsés par des moteurs à combustion interne quant à la température de fonctionnement en service, il n'a pas été jugé approprié d'en établir pour les véhicules électriques.

4.1.6 Circuit équipotentiel

Les supports ou enveloppes métalliques de tout matériel fonctionnant à une tension qui dépasse une certaine valeur (voir annexe A (à l'étude)) devront être raccordés électriquement à la masse conductrice du véhicule.

Cette connexion d'équipotentialité peut être réalisée en raccordant directement le support ou l'enveloppe métallique à la masse conductrice du véhicule.

Si ces équipements ne sont pas raccordés directement à la masse conductrice du véhicule, la connexion d'équipotentialité devra être réalisée par des liaisons en conducteur multibrin.

Les connexions d'équipotentialité devront être conçues pour supporter sans dommage les courants maximaux de défaut jusqu'au moment où les dispositifs de protection interviennent (voir paragraphe 4.1.1).

5. Choix des types de fils et câbles

5.1 Normes applicables

Consulter les publications suivantes de la CEI:

n°s 227: Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.

4.1.3 *Protection against contact from outside*

Reference is made to Clause 3.9.1.3 of ISO/DIS 6469.

Particular attention should be given to the need for protection against direct contact with a live part of the charging connector, where the traction battery voltage is above a certain value (see Appendix A (under consideration)). This protection could be achieved by mechanical or electrical interlocks.

Note. — If electrical interlocks are used, they should be designed so that the occurrence of a single failure of any kind does not cause the connectors to become live while the charger is disconnected.

4.1.4 *Mechanical protection*

Reference is made to Clause 3.9.1.4 of ISO/DIS 6469 and to IEC Report XXX: Mechanical Endurance and Functional Tests for Electrical Insulation Systems (under consideration).

The wiring and cabling layout should be designed to avoid insulation damage, breakage of the conductor or overstress on the connection points under shocks, vibrations and electromagnetic forces encountered during normal operation.

If external cables underneath the vehicle chassis are exposed, the cables should be protected against possible damage by stones, deep snow, etc.

4.1.5 *Thermal protection*

Note. — As there are no thermal recommendations for internal combustion engines with regard to temperature under service conditions, it is considered inappropriate to make such recommendations for electric vehicles.

4.1.6 *Equipotential circuit*

All equipment operated above a certain voltage (see Appendix A (under consideration)) which have metallic support and/or covering, should have the metallic support or covering electrically connected to the conductive mass of the vehicle.

This equipotential connection can be made by connecting the metallic support or covering directly to the conductive mass of the vehicle.

If the equipment is not connected directly to the conductive mass of the vehicle, the equipotential connection should be made using multi-strand links.

The equipotential connections should be designed to carry maximum fault currents without damage until the protection devices operate (see Sub-clause 4.1.1).

5. *Selection of the type of wires and cables*

5.1 *Applicable standards*

Attention is drawn to the following IEC publications:

Nos. 227: Polyvinyl Chloride Insulated Cables of Rated Voltages up to and Including 450/750 V.

- 228: Ames des câbles isolés.
- 245: Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc, de tension nominale au plus égale à 450/750 V.
- 287: Calcul du courant admissible dans les câbles en régime permanent (facteur de charge 100%).
- 332: Essais des câbles électriques soumis au feu.
- 502: Câbles de transport d'énergie isolés par diélectriques massifs extrudés pour des tensions assignées de 1 kV à 30 kV.
- 531: Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction des appareils électrodomestiques de chauffage des locaux de type à accumulation de chaleur.
- 540: Méthodes d'essais pour les enveloppes isolantes et les gaines des câbles électriques rigides et souples (mélanges élastomères et thermoplastiques).

5.2 Propriétés mécaniques

En dehors des ensembles électriques, pour assurer une robustesse suffisante, les câbles à un seul conducteur devront avoir une section minimale de 1,5 mm² et les câbles à plusieurs conducteurs une section minimale de 0,5 mm². Des conducteurs multibrins en aluminium peuvent être utilisés pour les sections supérieures à 25 mm². Tous les autres conducteurs devront être réalisés en cuivre recuit à âme câblée. Se référer au paragraphe 4.1.4.

Il n'est pas obligatoire que des modes de câblage différents, comme les circuits imprimés souples par exemple, soient conformes aux prescriptions ci-dessus concernant les matériaux et les sections minimales.

5.3 Conditions thermiques

L'isolation des câbles, les revêtements complémentaires et les fixations devront pouvoir supporter la température la plus élevée qui peut se produire dans des conditions d'exploitation anormales.

5.4 Choix en fonction de la tension

La tension assignée des câbles devra être au minimum le double de la tension nominale de la batterie en circuit avec un minimum de 250 V.

5.5 Choix en fonction des chutes de tension

La section des conducteurs devra être choisie de manière que les chutes de tension restent acceptables dans toutes les conditions.

5.6 Propriétés chimiques

Les câbles utilisés dans le compartiment des batteries devront être pourvus d'une isolation ou d'une gaine qui résistent de manière appropriée aux produits chimiques et aux graisses.

On se souciera particulièrement des produits chimiques normalement employés dans l'automobile et spécialement de ceux qui sont présents dans le compartiment des batteries.

5.7 Blindages

Il peut être nécessaire d'employer des câbles blindés pour le bon fonctionnement du dispositif de commande et des instruments afin d'éliminer les influences défavorables de perturbations électromagnétiques sur ce fonctionnement, ou pour éviter le rayonnement de ce type de perturbations.

228: Conductors of Insulated Cables.

245: Rubber Insulated Cables of Rated Voltages up to and Including 450/750 V.

287: Calculation of the Continuous Current Rating of Cables (100% Load Factor).

332: Tests on Electric Cables under Fire Conditions.

502: Extruded Solid Dielectric Insulated Power Cables for Rated Voltages from 1 kV up to 30 kV.

531: Methods for Measuring the Performance of Household Electric Room Heaters of the Storage Type.

540: Test Methods for Insulations and Sheaths of Electric Cables and Cords (Elastomeric and Thermoplastic Compounds).

5.2 *Mechanical properties*

To ensure sufficient strength outside electrical assemblies, single-core cables should have a minimum core cross-section of 1.5 mm² and multicore cables should have a minimum core cross-section of 0.5 mm². Aluminium stranded cores can be provided for cross-section above 25 mm². All other conductors should be in annealed multi-stranded copper. Attention is drawn to Sub-clause 4.1.4.

Alternative wiring such as, for instance, flexible printed circuits, need not comply with these minimum cross-section and material requirements.

5.3 *Thermal conditions*

The cable insulation, additional covering and mounting should be able to withstand the highest temperature which may occur under abnormal operating conditions.

5.4 *Selection regarding voltage*

The rated voltage of the cable should be at least twice the nominal battery voltage of the circuit with a minimum of 250 V.

5.5 *Selection regarding voltage drop*

The size of the conductors should be chosen to give acceptable voltage drop at all conditions.

5.6 *Chemical properties*

The cables which are used in the battery compartment should have the appropriate chemical and grease-resistant insulation or sheath.

Special attention should be given to chemicals which are normally used in automotive applications, particularly those which are present in the battery compartment.

5.7 *Shielding*

Shielded cables may be necessary for correct operation of the controller and instrumentation to eliminate adverse effects from, or prevent radiation of electromagnetic interference (EMI).

5.8 Marquage

Chaque fil devra être clairement repéré quant à sa position, sa couleur ou son numéro à chaque extrémité, conformément aux schémas des circuits.

6. Choix des connecteurs

Les critères suivants devront être pris en considération pour le choix des connecteurs:

- Certitude d'un contact approprié malgré les cycles thermiques, vibrations, contraintes thermiques ou électrodynamiques; les boulons et les écrous éventuellement utilisés devront être munis de dispositifs associés réduisant la vulnérabilité du système, par exemple une rondelle de sûreté ou un contre-écrou.
- Les connecteurs devront être pourvus d'un dispositif de verrouillage pour éviter tous débranchements et mauvais contacts.
- Pour les câbles raccordés par des cosses à des goujons fixes, il devra être impossible que la partie non isolée de ces cosses puisse entrer en contact, quelle que soit la manière utilisée pour les monter. Cela peut être résolu par un écartement adéquat des goujons ou par des cloisons mécaniques.
- Leur échauffement propre doit être inférieur à celui du conducteur lui-même.
- Limitation de la résistance du contact, surtout pour les circuits de signalisation, à une valeur qui n'entraîne pas de mauvais fonctionnement.
- Eviter les couples électrolytiques entre bornes et conducteurs, de manière à prévenir toute corrosion.
- Ne pas endommager le câble. L'attention est attirée sur le fait que certains connecteurs, particulièrement ceux qui servent lors de la charge, peuvent être déconnectés par traction sur le câble. Dans ce cas, aucun endommagement du connecteur ou du câble ne doit être possible.
- Veiller, en particulier, à empêcher tout glissement de l'isolant.
- En cas de débranchement d'un connecteur, la protection contre le contact direct avec toute partie active doit être assurée selon le degré de protection IP2X (voir les prescriptions de la Publication 529 de la CEI).
- Pour le socle de la prise en charge, voir la Publication 718 de la CEI: Chargeur des véhicules électriques routiers.

Note. — L'attention est appelée sur le fait qu'il peut être difficile d'assurer cette protection si le connecteur est humide.

7. Essais

7.1 Essais sur éléments (avant montage)

7.1.1 Câbles

Ils devront avoir été essayés selon les dispositions de la norme de la CEI correspondante (voir article 5). Le fabricant du câble devra procurer, sur demande, les procès-verbaux des essais de type et des essais individuels.

5.8 Marking

Each wire should be clearly identified by the position, colour or number at each end in accordance with the circuit diagram.

6. Selection of connectors

These should be chosen according to the following criteria:

- To ensure proper contact despite thermal cycling, vibrations, electrodynamic and thermal stresses; if bolts and nuts are employed, they should have associated devices that reduce the vulnerability of the system, for example – a lock washer or lock nut should be employed.
- Connectors should have a locking device to avoid separation or poor contact.
- If cables are fastened using lugs to fixed studs, it should be impossible for the uninsulated sections of the lugs to touch, no matter how they are fitted. This could be achieved by adequate spacing of the studs or by mechanical barriers.
- To have a temperature rise smaller than the conductor itself.
- To limit the contact resistance, especially in signalling circuits, to a value which will not cause incorrect operation.
- To avoid electrolytic couples between the terminals and the conductors so as to prevent any corrosion.
- Not to damage the cable. Attention is drawn to the fact that some connectors, especially the charging connector, may be disconnected by pulling the cable. In this case, there should be no damage to the connector or the cable.
- Particular care should be taken to prevent any movement of the insulation.
- If any connectors are disconnected, protection against direct contact with any live parts should be according to degree of protection IP2X (see requirements of IEC Publication 529).
- For the charging socket, attention is drawn to IEC Publication 718: Chargers for Electric Road Vehicles.

Note. — Attention is drawn to the fact that it may be difficult to provide such a protection if the connector is wet.

7. Tests

7.1 Tests on components (before assembling)

7.1.1 Cables

They should have been tested according to the relevant IEC standard (see Clause 5). The type and routine test reports should be obtainable on request from the cable manufacturer.